

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION  
EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la Propriété  
Intellectuelle  
Bureau international



(43) Date de la publication internationale  
21 juin 2001 (21.06.2001)

PCT

(10) Numéro de publication internationale  
**WO 01/44826 A1**

(51) Classification internationale des brevets<sup>7</sup>: G01R 33/04

Vergniaud, F-38000 Grenoble (FR). DURET, Denis [FR/FR]; 13, rue de Stalingrad, F-38100 Grenoble (FR). GAUD, Pierre [FR/FR]; 111, impasse des Magnolias, F-38500 Coublevie (FR).

(21) Numéro de la demande internationale:  
PCT/FR00/03521

(22) Date de dépôt international:  
14 décembre 2000 (14.12.2000)

(74) Mandataire: LEHU, Jean; Brevatome, 3, rue du Docteur Lancereaux, F-75008 Paris (FR).

(25) Langue de dépôt: français

(81) État désigné (national): US.

(26) Langue de publication: français

(84) États désignés (régional): brevet européen (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).

(30) Données relatives à la priorité:  
99/15961 17 décembre 1999 (17.12.1999) FR

Publiée:

— Avec rapport de recherche internationale.  
— Avant l'expiration du délai prévu pour la modification des revendications, sera republiée si des modifications sont reçues.

(71) Déposant (pour tous les États désignés sauf US): COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE [FR/FR]; 31-33, rue de la Fédération, F-75752 Paris 15ème (FR).

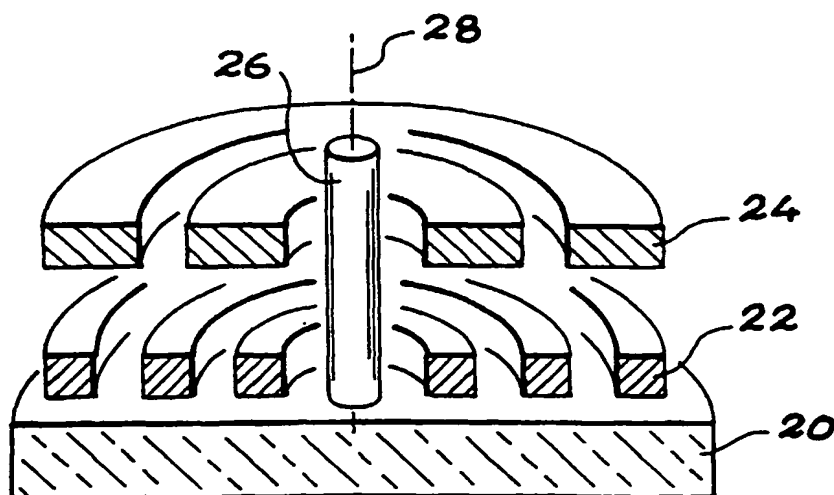
(72) Inventeurs; et

(75) Inventeurs/Déposants (pour US seulement): FEDELI, Jean-Marc [FR/FR]; 7, rue Casimir Brenier, F-38120 Saint-Egreve (FR). CUCHET, Robert [FR/FR]; 2, rue

En ce qui concerne les codes à deux lettres et autres abréviations, se référer aux "Notes explicatives relatives aux codes et abréviations" figurant au début de chaque numéro ordinaire de la Gazette du PCT.

(54) Title: PERPENDICULAR DETECTION FLUXGATE MICROMAGNETOMETER AND METHOD FOR THE PRODUCTION THEREOF

(54) Titre: MICROMAGNETOMETRE A PORTE DE FLUX A DETECTION PERPENDICULAIRE ET SON PROCEDE DE REALISATION



(57) Abstract: According to the invention, the ferromagnetic core (26) is perpendicular to the substrate. The excitation (24) and detection (22) coils have axes which are also perpendicular to the substrate. The component of the magnetic field perpendicular to the substrate is thus measured. The two other components can be measured by conventional magnetometers with cores that are parallel to the substrate. The invention can be used in magnetometry.

(57) Abrégé: Selon l'invention, le coeur ferromagnétique (26) est perpendiculaire au substrat. Les bobinages d'excitation (24) et de détection (22) ont leurs axes

également perpendiculaires au substrat. On mesure ainsi la composante du champ magnétique perpendiculaire au substrat. Les deux autres composantes peuvent être mesurées par des magnétomètres classiques à coeur parallèles au substrat. Application en magnétométrie.

BEST AVAILABLE COPY

**MICROMAGNETOMETRE A PORTE DE FLUX A DETECTION  
PERPENDICULAIRE ET SON PROCEDE DE REALISATION**

**DESCRIPTION**

5

**Domaine technique**

La présente invention a pour objet un magnétomètre à porte de flux à détection perpendiculaire et son procédé de réalisation. Elle trouve une application en magnétométrie et plus particulièrement dans :

- la localisation et l'orientation d'instruments médicaux,
- le contrôle non destructif,
- la mesure d'attitude sur systèmes de visée,
- 15 • l'aide à la navigation,
- le contrôle de trafic et d'accès,
- la cartographie magnétique.

**Etat de la technique antérieure**

20 Les magnétomètres dits "à porte de flux" (ou "à vanne de flux" dits encore "fluxgate" en anglais) utilisent les propriétés des matériaux ferromagnétiques saturables. Un magnétomètre de ce type comprend en général un barreau ferromagnétique, un bobinage d'excitation et un bobinage de détection. Un courant variable (sinusoïdal ou triangulaire) circule dans le bobinage d'excitation et crée un champ magnétique variable, donc une induction variable dans le barreau. Dès que la saturation du matériau est atteinte, la perméabilité du barreau décroît fortement. Un champ 30 supplémentaire qui serait appliqué ne conduirait pas à

une augmentation sensible de l'induction, comme si la "porte" offerte au flux magnétique était fermée. En revanche, lors des passages par zéro du courant dans le bobinage d'excitation, la perméabilité du matériau est grande et la "porte" est ouverte au flux. D'où l'expression "porte de flux".

L'induction variable dans le barreau produit en retour un flux magnétique variable dans le bobinage de détection, ce qui entraîne l'apparition d'un signal électrique aux bornes de ce bobinage. La présence d'un champ magnétique extérieur produit une distorsion dans ce signal et l'étude de ces distorsions permet de déterminer le champ extérieur.

Le développement de la microtechnologie magnétique a permis la réalisation de micromagnétomètres de ce type ("microfluxgate"). Par la technique du dépôt électrolytique notamment, on sait réaliser des couches magnétiques et des bobinages à nappes de conducteurs de très petites dimensions. On peut trouver une description de ces micromagnétomètres à porte de flux dans les articles suivants :

- "Microfluxgate magnetic sensing elements using closely-coupled excitation and pickup coils" par Shoji KAWAHITO et al. dans "Transducers 95-Eurosensors" IX 290-A12 ;
- "A miniaturized magnetic field sensor system consisting of a planar fluxgate sensor and a CMOS readout circuitry" par R. GOTTFRIED-GOTTFRIED et al. dans "Sensors and Actuators" A 54 (1996), 443-447 ;

- "High-resolution microfluxgate sensing elements using closely coupled coil structures" par Shoji KAWAHITO et al. dans "Sensors and Actuators" A 54 (1996) 612-617 ;
- 5       - "A microfluxgate magnetic sensor using micromachined 3-Dimensional planar coils" par Trifon M. Liakopoulos et al. dans "Solid State Sensor and Actuator Workshop", June 98.

10       Les figures 1A et 1B montrent, en vue de dessus et en coupe, un micromagnétomètre à porte de flux connu. Tel que représenté, il se compose de deux barreaux ferromagnétiques 10a et 10b, d'un double bobinage d'excitation 12 et d'un bobinage de détection 14.

15       L'ensemble est réalisé sur un substrat non magnétique 16, par exemple en silicium. La coupe de la figure 1B correspond à un plan passant par un des rubans du bobinage 12.

      Dans le montage illustré, le bobinage de détection

20       14 ne voit aucun flux global puisque les inductions dans les deux barreaux 10a et 10b sont de sens opposés. Mais en présence d'un champ extérieur, l'équilibre est rompu et le signal détecté aux bornes du bobinage 14 reflète ce champ extérieur. Plus précisément, ce signal

25       reflète la composante du champ parallèle au substrat 16 et, de plus, parallèle à l'axe longitudinal des barreaux 10a et 10b.

      Dans certaines applications, il est nécessaire de connaître l'amplitude du champ et sa direction, de

30       sorte qu'il faut mesurer les trois composantes du champ selon trois directions orthogonales. Les

micromagnétomètres connus sont sensibles à la composante du champ parallèle au substrat et donc permettent cette mesure selon deux directions orthogonales X et Y, si l'on dispose deux  
5 micromagnétomètres analogues sur un même substrat et si on leur donne des directions de travail orthogonales (respectivement X et Y). Avec deux micromagnétomètres analogues orientés selon Y et Z, on obtiendra les composantes du champ selon Y et Z. Donc, finalement,  
10 avec trois micromagnétomètres analogues orientés selon X, Y et Z, on peut obtenir les trois composantes souhaitées. En général, on assemble les deux micromagnétomètres sur les deux faces adjacentes d'un cube. Cependant, la précision de la mesure reste  
15 entachée d'erreurs dues à une découpe défectueuse du cube (défaut d'orthogonalité des faces) ou à un mauvais positionnement des magnétomètres lors du collage, etc...

La présente invention a justement pour but de  
20 remédier à ces inconvénients.

#### **Exposé de l'invention**

A cette fin, l'invention propose un micromagnétomètre qui est sensible à la composante du  
25 champ perpendiculaire au substrat (et non plus parallèle à celui-ci), autrement dit à la composante dirigée selon l'axe Z si les axes X et Y sont parallèles au substrat. Dès lors, la mesure des trois composantes d'un champ peut s'obtenir en combinant au  
30 micromagnétomètre de l'invention donnant la composante selon Z deux micromagnétomètres classiques disposés sur

le même substrat et donnant les composantes selon X et Y.

De façon précise, la présente invention a pour  
5 objet un micromagnétomètre à porte de flux comprenant  
un substrat et, sur ce substrat, au moins un cœur  
ferromagnétique entouré d'au moins un bobinage  
d'excitation et d'au moins un bobinage de détection, ce  
cœur et ces bobinages ayant même axe, ce  
10 micromagnétomètre étant caractérisé en ce que ledit axe  
est perpendiculaire au substrat.

La présente invention a également pour objet un  
procédé de réalisation d'un tel micromagnétomètre  
caractérisé en ce que :

- 15       - on part d'un substrat non magnétique dont au  
          moins une partie est en un matériau isolant ;
- on forme dans ce matériau isolant deux  
          bobinages conducteurs entourant une zone  
          centrale ;
- 20       - on grave cette zone centrale pour former une  
          empreinte d'axe perpendiculaire au substrat ;
- on remplit cette empreinte de matériau  
          ferromagnétique.

## 25    Brève description des dessins

- les figures 1A et 1B, déjà décrites, montrent  
          un micromagnétomètre à porte de flux selon  
          l'état de la technique ;
- la figure 2 montre un micromagnétomètre selon  
30       l'invention dans un mode de réalisation où le

coeur est constitué d'une seule pièce magnétique ;

- 5       - les figures 3A et 3B montrent un micromagnétomètre dans un mode de réalisation où le coeur est formé d'aiguilles ;
- la figure 4 montre un micromagnétomètre double à montage différentiel ;
- la figure 5 illustre une variante à circuit magnétique fermé ;
- 10       - la figure 6 illustre un mode de réalisation à double bobinage d'excitation ;
- la figure 7 illustre un mode de réalisation dans lequel les bobinages sont situés dans un même plan ;
- 15       - la figure 8 montre un micromagnétomètre apte à mesurer deux composantes orthogonales d'un champ magnétique.

## 20   Description détaillée de modes particuliers de réalisation

La figure 2 illustre un cas simple où le coeur ferromagnétique est constitué par un barreau unique. On voit ainsi un substrat 20, par exemple en silicium, un bobinage de détection 22, un bobinage d'excitation 24  
25   (tous deux, par exemple, en cuivre) et un coeur ferromagnétique 26 (par exemple en FeNi). Les bobinages 22 et 24 ainsi que le coeur 26 ont même axe, référencé 28, axe qui est perpendiculaire au substrat 20.

La section du barreau 26 peut être quelconque :  
30   carrée, rectangulaire, circulaire, ovoïde, etc... La forme des bobinages peut être, elle aussi, quelconque :

circulaire, carrée, en spirale, etc... l'essentiel étant que ces bobinages entourent au moins en partie le coeur. La section droite de ces bobinages peut être carrée ou rectangulaire ou autre. Le bobinage de  
5 détection n'est pas nécessairement situé sous le bobinage d'excitation, la situation inverse de celle illustrée étant possible.

Sur les figures 3A et 3B, on voit un  
10 micromagnétomètre où le coeur n'est plus constitué d'un barreau unique mais d'une pluralité d'aiguilles ferromagnétiques. La figure 3A est une vue en coupe et la figure 3B une vue de dessus schématique. Un substrat 30 supporte un bobinage de détection 32 et un bobinage  
15 d'excitation 34, le coeur 36 étant supposé formé de 16 aiguilles réparties en carré (ce nombre et cette disposition n'étant naturellement donnés qu'à titre d'exemples). Cette disposition présente, par rapport à la précédente, l'avantage de réduire pour une épaisseur  
20 totale donnée de matériau magnétique, ce qui réduit l'effet des champs démagnétisants qui deviendraient excessifs pour certaines épaisseurs.

La figure 4 montre, sur un même substrat 40, un  
25 premier bobinage de détection 42<sub>1</sub> et un premier bobinage d'excitation 44<sub>1</sub> entourant un premier coeur ferromagnétique 46<sub>1</sub>, ainsi qu'un second bobinage de détection 42<sub>2</sub> et un second bobinage d'excitation 44<sub>2</sub> entourant un second coeur ferromagnétique 46<sub>2</sub> disposé à  
30 côté du premier. Les premiers bobinages 42<sub>1</sub>, 44<sub>1</sub> et les seconds bobinages 42<sub>2</sub>, 44<sub>2</sub> sont connectés selon un



montage en opposition. On entend par là un montage tel que les flux magnétiques  $F_1$  et  $F_2$  dans les coeurs  $46_1$ ,  $46_2$  soient de sens opposés. Les cercles marqués d'une croix ou d'un point montrent le sens du courant  
5 circulant dans les conducteurs (vers l'arrière de la feuille pour la croix, vers l'avant de la feuille pour le point). L'ensemble fonctionne dès lors en différentiel.

10 Sur la figure 5, l'ensemble représenté comprend encore un substrat 50, deux bobinages de détection  $52_1$ ,  $52_2$ , deux bobinages d'excitation  $54_1$ ,  $54_2$  et deux coeurs  $56_1$ ,  $56_2$ . Il comprend en outre deux branches magnétiques  $58a$ ,  $58b$  parallèles au substrat 50 et reliant entre eux  
15 les deux coeurs  $56_1$ ,  $56_2$ . Toutes les pièces magnétiques constituent donc un circuit fermé.

Afin d'améliorer l'excitation, on peut ajouter un deuxième niveau d'excitation comme illustré sur la figure 6. On y voit un substrat 60, un bobinage de  
20 détection  $62_1$ ,  $62_2$ , un bobinage d'excitation double  $64_1$ ,  $64_1'$ ,  $64_2$ ,  $64_2'$ . Le bobinage de détection est situé sur un niveau intermédiaire disposé entre les deux niveaux du bobinage double d'excitation. L'ensemble est encore connecté en différentiel.

25 Les bobinages d'excitation et de détection ne sont pas nécessairement disposés sur des niveaux différents mais peuvent occuper un même niveau comme illustré sur la figure 7. On y voit un substrat 70, un bobinage de détection  $72_1$ ,  $72_2$ , un bobinage d'excitation  $74_1$ ,  $74_2$  et  
30 deux coeurs  $76_1$ ,  $76_2$ . Le bobinage de détection  $72_1$ ,  $72_2$  a ses spires disposées entre les spires du bobinage

d'excitation, toutes ces spires étant placées dans un même plan. L'ensemble est encore connecté en différentiel.

5           La figure 8 montre un micromagnétomètre composite comprenant un premier micromagnétomètre  $M_I$  conforme à l'invention et un deuxième micromagnétomètre  $M_{II}$  conforme à l'art antérieur. Ces deux micromagnétomètres partagent le même substrat 80. Le micromagnétomètre  $M_I$   
10 comprend un enroulement de détection 82 et un double enroulement d'excitation  $84_1$ ,  $84_2$  ainsi qu'un coeur ferromagnétique 86. Il permet la mesure de la composante du champ selon une direction perpendiculaire au substrat 80 (flèche Z). Le deuxième magnétomètre  $M_{II}$   
15 comprend un coeur ferromagnétique 87 et des bobinages d'excitation et de détection 88 (on ne voit, en coupe, qu'une spire), le coeur et les bobinages ayant un même axe parallèle au substrat 80 (comme sur la figure 1B). Ce deuxième micromagnétomètre  $M_{II}$  permet la mesure de la  
20 composante du champ selon une direction parallèle au substrat (flèche Y perpendiculaire au plan de la feuille).

Un troisième micromagnétomètre analogue au deuxième mais orienté selon une direction X  
25 perpendiculaire à Y et Z peut être disposé sur le même substrat 80, pour obtenir un dispositif sensible aux trois composantes de n'importe quel champ.

La figure 9 illustre, enfin, un procédé de  
30 réalisation d'un micromagnétomètre selon l'invention. Cette figure se rapporte au cas particulier d'un coeur

à pluralité d'aiguilles avec double bobinage d'excitation, mais il va de soi que le procédé de l'invention n'est pas limité à ce cas.

On part d'un substrat non magnétique 90, par exemple en silicium. Sur ce substrat, on dépose une couche 92 de matériau isolant, par exemple de la silice obtenue par oxydation thermique. On pourrait également prendre comme substrat, un substrat de verre. Dans ce dernier cas, il n'est pas nécessaire de déposer une couche isolante. On forme dans ce matériau isolant, par exemple par photolithographie et gravure, une empreinte 94 ayant la forme du bobinage recherché et entourant la zone centrale 95 qui sera occupée par la suite par le coeur ferromagnétique (partie A).

De préférence par croissance électrolytique d'un matériau conducteur (cuivre par exemple), on comble l'empreinte pour obtenir un bobinage 98 (partie B).

On réitère ces opérations (nouvelle couche d'isolant, gravure d'une empreinte, dépôt électrolytique) pour réaliser un deuxième bobinage 100 (partie C). On redépose une couche d'isolant.

Dans la zone centrale 95, on grave des tubes 102 destinés à recevoir les futures aiguilles du coeur (partie D).

De préférence par croissance électrolytique de matériau ferromagnétique (par exemple FeNi), on comble les tubes 102 et l'on obtient le coeur 104 (partie E).

Par de nouvelles opérations de photolithographie, gravure et dépôt électrolytique, on forme un bobinage 108 (partie F), que l'on isole ensuite.

Le bobinage 100 constituera un bobinage de détection et les bobinages 98, 108 un double bobinage d'excitation.

## REVENDICATIONS

1. Micromagnétomètre à porte de flux comprenant un substrat (20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90) et, sur ce  
5 substrat, au moins un coeur ferromagnétique (26, 36, 46<sub>1</sub>, 46<sub>2</sub>, 56<sub>1</sub>, 56<sub>2</sub>, 66<sub>1</sub>, 66<sub>2</sub>, 86) entouré d'au moins un bobinage d'excitation (22, 32, 42<sub>1</sub>, 42<sub>2</sub>, 52<sub>1</sub>, 52<sub>2</sub>, 62, 72, 82) et d'au moins un bobinage de détection, ce  
10 coeur et ces bobinages ayant même axe (28), caractérisé en ce que ledit axe (28) est perpendiculaire au substrat (20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90).

2. Micromagnétomètre selon la revendication 1, dans lequel le coeur présente la forme d'un barreau  
15 unique (26).

3. Micromagnétomètre selon la revendication 1, dans lequel le coeur (36, 46<sub>1</sub>, 46<sub>2</sub>, 56<sub>1</sub>, 56<sub>2</sub>, 66<sub>1</sub>, 66<sub>2</sub>, 76<sub>1</sub>, 76<sub>2</sub>, 86) est formé d'une pluralité d'aiguilles.

20 4. Micromagnétomètre selon la revendication 1, comprenant, sur un même substrat (40, 50, 60, 70), un premier coeur ferromagnétique (46<sub>1</sub>, 56<sub>1</sub>, 66<sub>1</sub>, 76<sub>1</sub>) entouré d'un premier bobinage d'excitation (44<sub>1</sub>, 54<sub>1</sub>, 64<sub>1</sub>, 64<sub>1</sub>', 74<sub>1</sub>) et d'un premier bobinage de détection (42<sub>1</sub>, 52<sub>1</sub>, 62<sub>1</sub>, 72<sub>1</sub>, 82) et un second coeur ferromagnétique (46<sub>2</sub>, 56<sub>2</sub>, 64<sub>2</sub>, 66<sub>2</sub>', 76<sub>2</sub>) disposé à côté du premier, entouré d'un second bobinage d'excitation (44<sub>2</sub>, 54<sub>2</sub>, 64<sub>2</sub>, 64<sub>2</sub>', 74<sub>2</sub>) et d'un second bobinage de  
25 30 détection (42<sub>2</sub>, 52<sub>2</sub>, 62<sub>2</sub>, 62<sub>2</sub>', 72<sub>2</sub>) , lesdits seconds

bobinages et lesdits premiers bobinages étant connectés en différentiel.

5. Micromagnétomètre selon la revendication 4, comprenant en outre deux branches magnétiques (58a, 58b) parallèles au substrat (50) et reliant le premier (56<sub>1</sub>) et le second (56<sub>2</sub>) coeurs ferromagnétiques, l'ensemble branches-coeurs (56<sub>1</sub>, 58a, 56<sub>2</sub>, 58b) formant un circuit magnétique fermé.

10

6. Micromagnétomètre selon la revendication 1, dans lequel le bobinage d'excitation et le bobinage de détection sont placés sur des niveaux différents par rapport au substrat.

15

7. Micromagnétomètre selon la revendication 1, dans lequel le bobinage d'excitation et le bobinage de détection sont placés sur un même niveau par rapport au substrat.

20

8. Micromagnétomètre selon la revendication 6, dans lequel le bobinage d'excitation est double (64<sub>1</sub>, 64<sub>1</sub>') (64<sub>2</sub>, 64<sub>2</sub>') et occupe deux niveaux superposés, le bobinage de détection (62<sub>1</sub>, 62<sub>2</sub>) étant situé sur un niveau disposé entre les deux niveaux du bobinage double d'excitation.

25

9. Micromagnétomètre comprenant un premier micromagnétomètre (M<sub>1</sub>) selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, et, sur le même substrat (80), un

30

deuxième micromagnétomètre ( $M_{//}$ ) ayant un axe parallèle (Y) au substrat (80).

10. Micromagnétomètre selon la revendication 9,  
5 comprenant en outre un troisième micromagnétomètre ayant un axe parallèle (X) au substrat (80) et perpendiculaire à l'axe (Y) du deuxième magnétomètre ( $M_{//}$ ).

10 11. Procédé de réalisation d'un micromagnétomètre selon la revendication 1, caractérisé en ce que :

- on part d'un substrat non magnétique (90), dont au moins une partie est un matériau isolant ;
- on forme dans ce matériau isolant deux  
15 bobinages conducteurs (98, 100) entourant une zone centrale (95) ;
- on grave cette zone centrale (95) pour former une empreinte (102) d'axe perpendiculaire au substrat (90) ;
- 20 - on remplit cette empreinte de matériau ferromagnétique (104).

12. Procédé selon la revendication 11, dans lequel pour former l'empreinte on grave une pluralité de trous  
25 (102) dans l'isolant, perpendiculairement au substrat (90).

13. Procédé selon l'une quelconque des revendications 11 et 12, dans lequel on remplit  
30 l'empreinte réalisée dans la zone centrale (95) par

croissance électrolytique d'un matériau  
ferromagnétique.

14. Procédé selon la revendication 11, dans  
5 lequel, pour former un bobinage conducteur, on forme,  
dans le matériau isolant (92), par photolithographie et  
gravure, une empreinte (94) ayant la forme du bobinage  
recherché et entourant la zone centrale (95) et on  
comble cette empreinte par un matériau conducteur (98).  
10



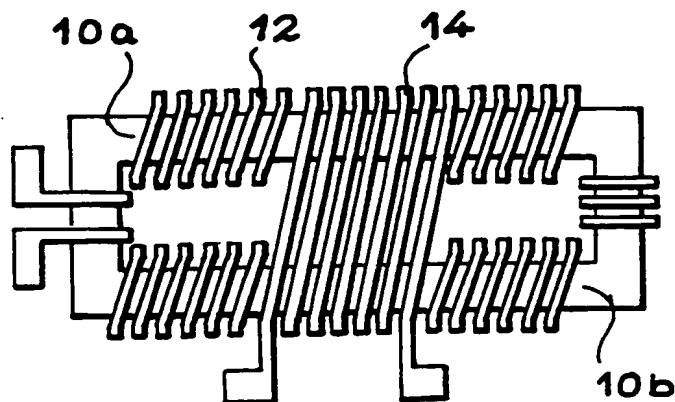


FIG. 1A

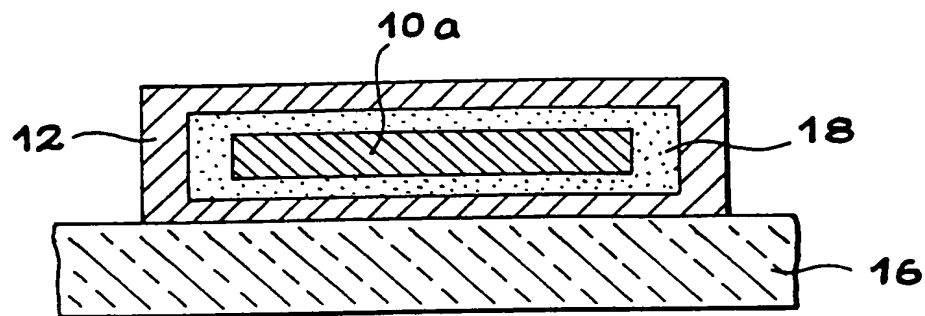


FIG. 1B

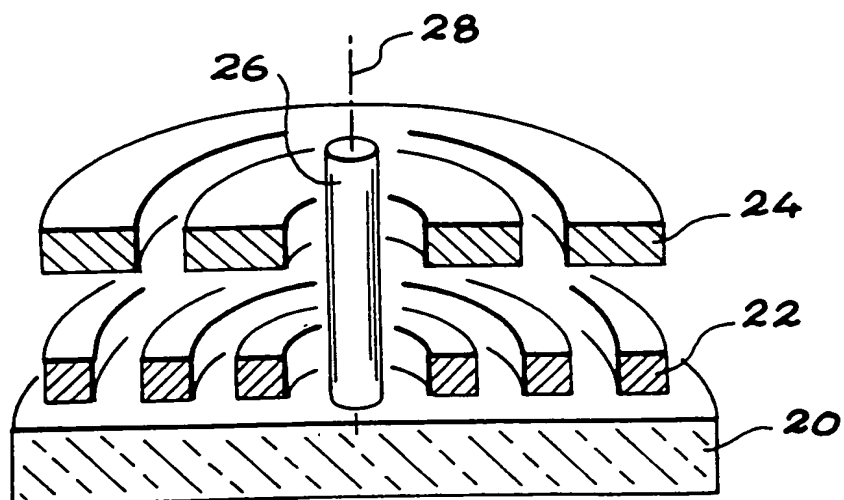


FIG. 2

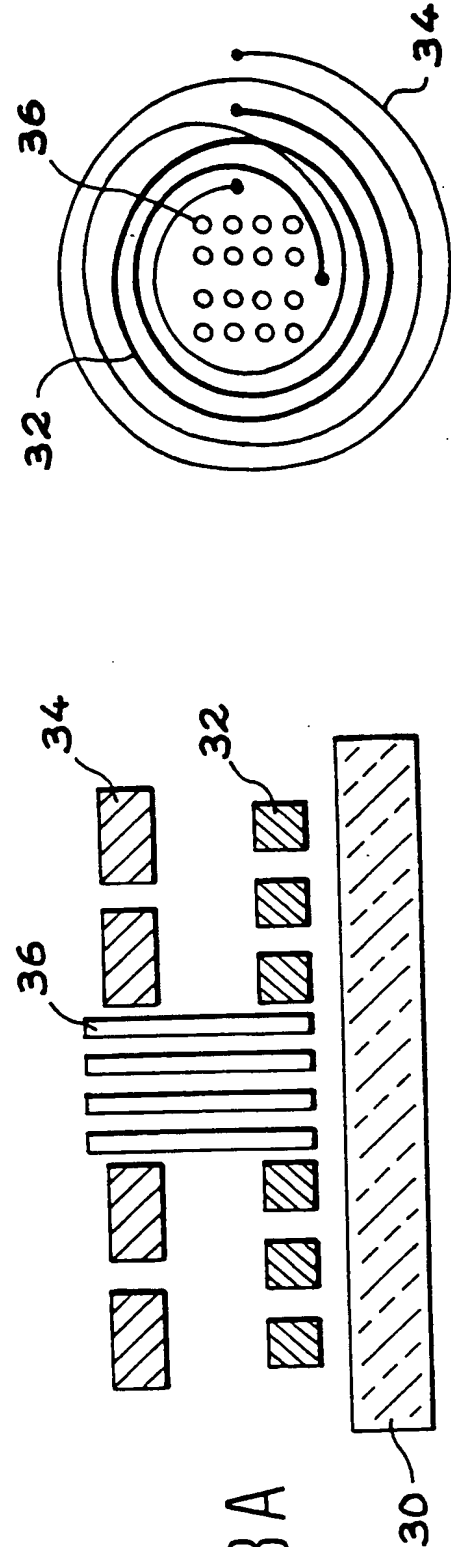


FIG. 3 B

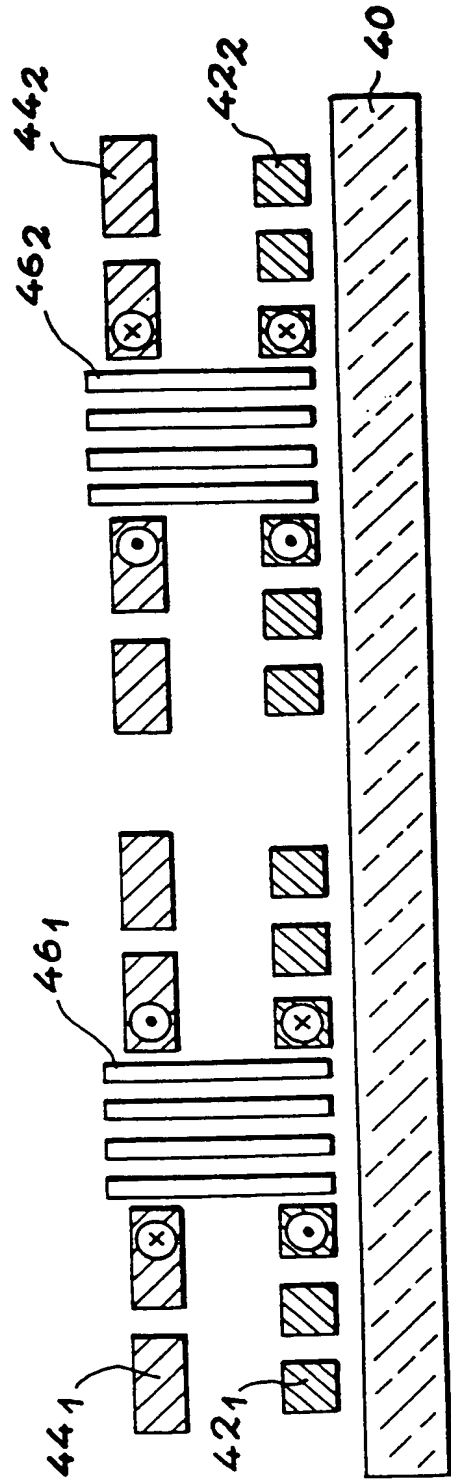


FIG. 4

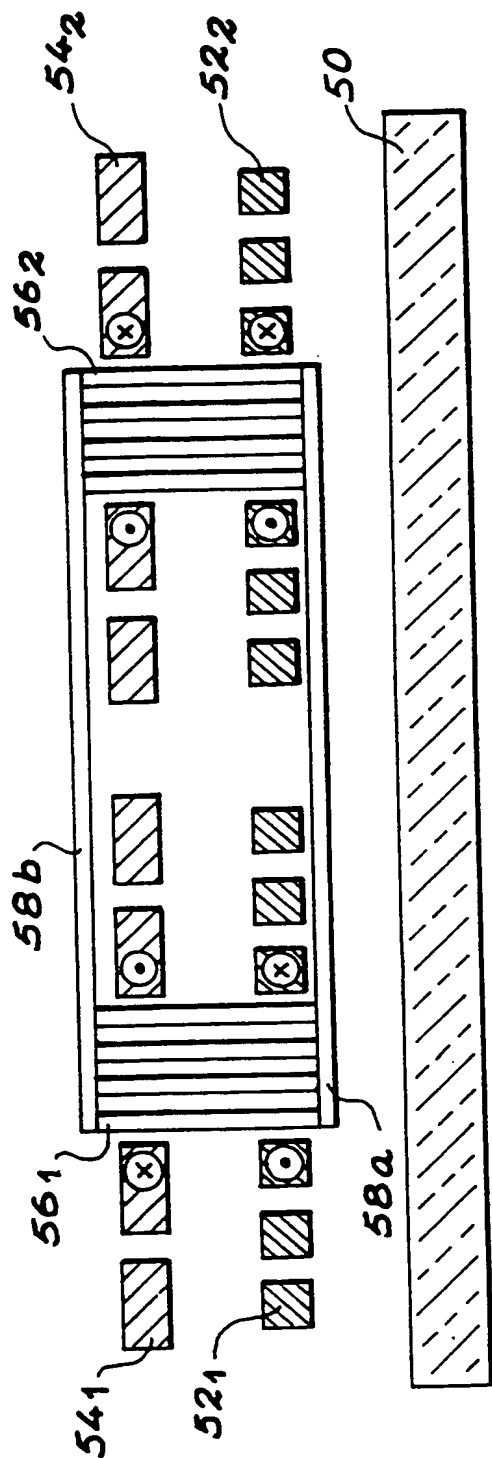


FIG. 5

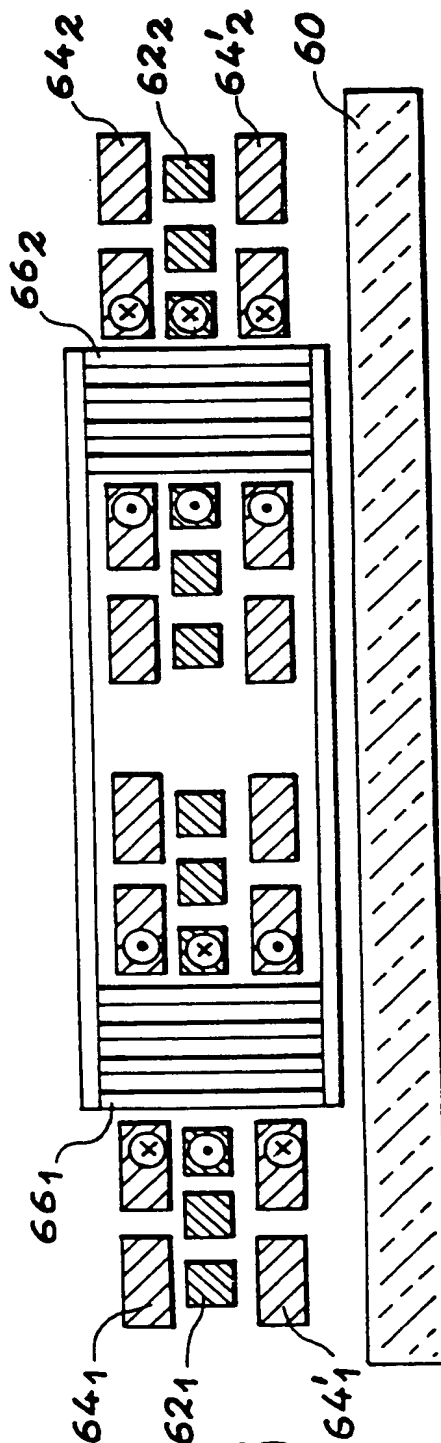


FIG. 6

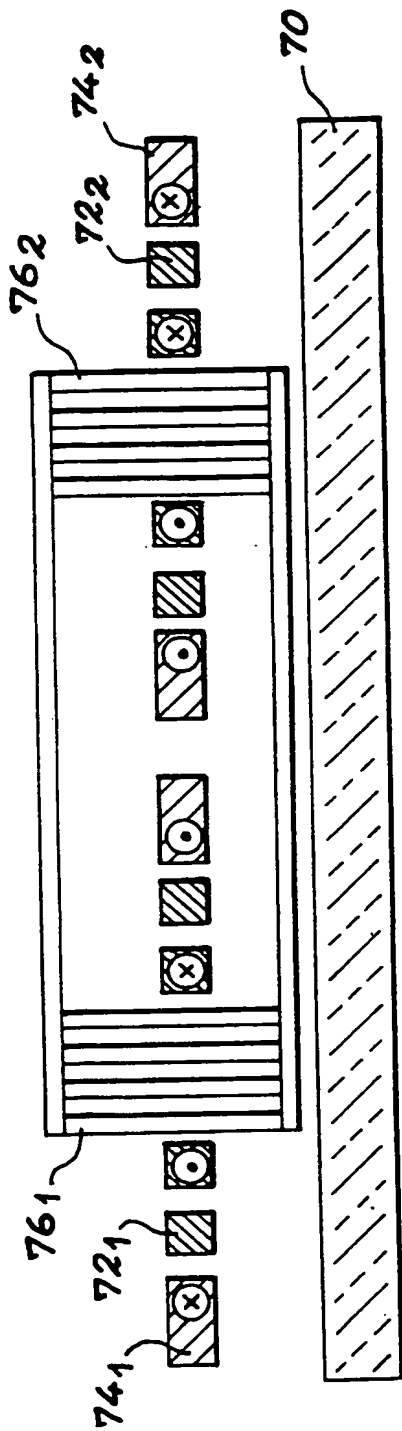


FIG. 7

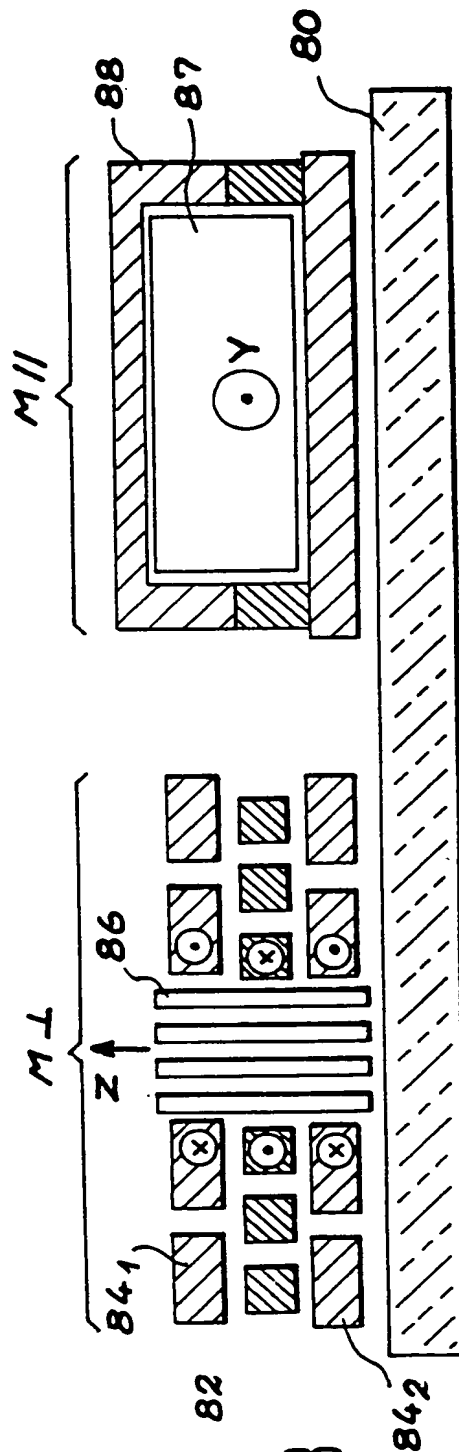
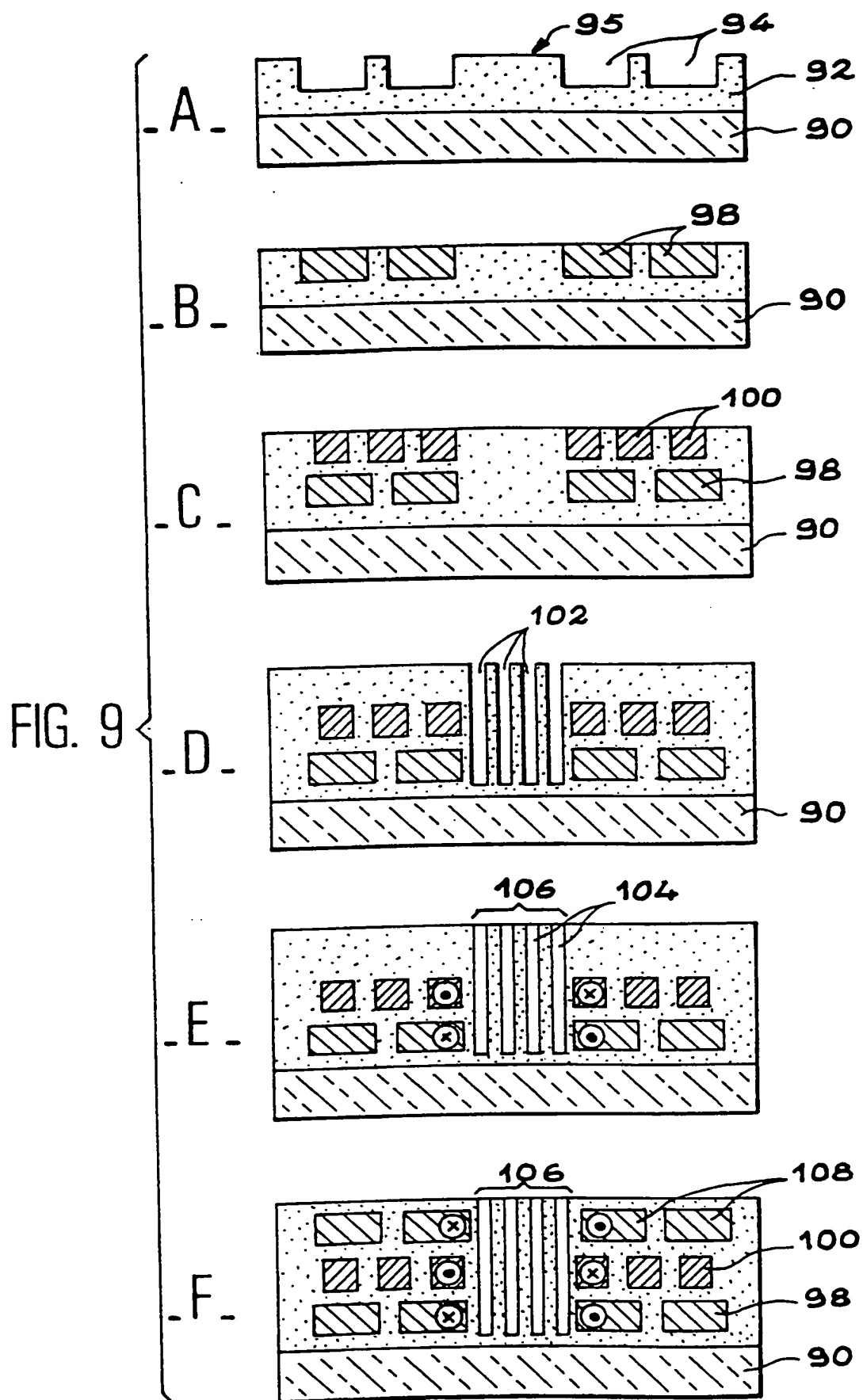


FIG. 8



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/FR 00/03521

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 G01R33/04

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 G01R

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 4 623 842 A (BELL MALCOLM E ET AL) 18 November 1986 (1986-11-18) abstract; figure 1 column 3, line 22 - line 36 -----	1
A	US 5 199 178 A (TONG HING S ET AL) 6 April 1993 (1993-04-06) abstract column 3, line 34 -column 4, line 50 -----	1,2,9,11
A	GB 721 731 A (MINISTER OF SUPPLY) 12 January 1955 (1955-01-12) page 1, line 67 -page 2, line 11; claim 3 -----	3



Further documents are listed in the continuation of box C.



Patent family members are listed in annex.

## \* Special categories of cited documents:

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the international filing date
- \*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- \*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- \*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- \*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- \*G\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

5 April 2001

Date of mailing of the international search report

11/04/2001

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Haasbroek, J

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/FR 00/03521

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 4623842 A	18-11-1986	CA 1208292 A	22-07-1986
US 5199178 A	06-04-1993	WO 9308450 A	29-04-1993
GB 721731 A	12-01-1955	NONE	

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demar. internationale No

PCT/FR 00/03521

## A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE

CIB 7 G01R33/04

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

## B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)

CIB 7 G01R

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si réalisable, termes de recherche utilisés)

EPO-Internal

## C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie *	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	US 4 623 842 A (BELL MALCOLM E ET AL) 18 novembre 1986 (1986-11-18) abrégé; figure 1 colonne 3, ligne 22 - ligne 36 ---	1
A	US 5 199 178 A (TONG HING S ET AL) 6 avril 1993 (1993-04-06) abrégé colonne 3, ligne 34 -colonne 4, ligne 50 ---	1,2,9,11
A	GB 721 731 A (MINISTER OF SUPPLY) 12 janvier 1955 (1955-01-12) page 1, ligne 67 -page 2, ligne 11; revendication 3 -----	3

☐ Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents



Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

### \* Catégories spéciales de documents cités:

- \*A\* document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent
- \*E\* document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date
- \*L\* document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)
- \*O\* document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens
- \*P\* document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

- \*T\* document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention
- \*X\* document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément
- \*Y\* document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier
- \*G\* document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée

5 avril 2001

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

11/04/2001

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale

Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Fonctionnaire autorisé

Haasbroek, J



# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demar internationale No

PCT/FR 00/03521

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 4623842 A	18-11-1986	CA 1208292 A	22-07-1986
US 5199178 A	06-04-1993	WO 9308450 A	29-04-1993
GB 721731 A	12-01-1955	AUCUN	

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ ~~FADED~~ TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**